

09 DEC 2003

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



BEST AVAILABLE COPY

REC'D 28 JAN 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 00 375.4

**Anmeldetag:**

6. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Windmüller & Hölscher KG,  
Lengerich/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zur Regelung der Dicke  
extrudierter Folie I

**IPC:**

B 29 C und G 05 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Wehner



Windmüller & Hölscher KG  
Münsterstraße 50  
49525 Lengerich/Westfalen

6. Januar 2003

Unser Zeichen: 8407 DE

## Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie I

### Zusammenfassung

Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie (8). Aufgabe ist es, nach Beginn des Extrusionsprozesses die Dickenabweichungen der Folie schneller zu senken.

Das Verfahren umfasst die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8) mittels einer Dickenmesssonde (12). Diese wird im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang ihrer Oberfläche bewegt und zeichnet pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8), zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8), quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus oder zu einer größeren Anzahl von Messzyklen zugänglich gemacht werden, als die Dickenmesssonde (12) in einem gleichlangen Zeitraum während des Normalbetriebs aufzeichnet, und dass die Rechenvorrichtung (14) diese Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte berücksichtigt.

(Figur 1)

Windmüller & Hölscher KG  
Münsterstraße 50  
49525 Lengerich/Westfalen

06.01.03

5 Unser Zeichen: 8407 DE

---

### Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie I

---

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie.

Derartige Verfahren werden sowohl bei der Flachfolien- als auch bei der Blasfolienextrusion eingesetzt.

15

Sie umfassen bei modernen Extrusionsanlagen in der Regel folgende Verfahrensschritte, welche auch im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegeben sind:

20

- die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie mit Hilfe einer Dickenmesssonde, welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie entlang ihrer Oberfläche bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
- die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit,

25

- das Speichern der den Dickenprofilen zugrundeliegenden Messwerten in einer Speichervorrichtung,

30

- das Bereitstellen statistischer Werte zu der Foliendicke durch eine Rechenvorrichtung, wobei die Rechenvorrichtung hierbei Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus oder zu einer bestimmten Anzahl von Messzyklen (MZ) berücksichtigt,
- die Ermittlung der Abweichungen der statistischen Werte zu der Foliendicke von einem Sollwert,

5

## das Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke

Die oben skizzierten Messeinrichtungen sind druckschriftlich bekannt. So zeigt die DE 40 09 982 A1 einen kapazitiven Sensor zur Messung der Dicke der Wandung eines Folienschlauchs. Es werden jedoch auch anderer Messprinzipien zur Messung der Foliendicke angewandt. Als brauchbar haben sich beispielsweise auch die Messung des Transmissionsverhaltens von Beta-, Gamma-, Röntgen- und Infrarotstrahlung erwiesen. Bei Blasfolienanlagen werden sie in aller Regel um den gerade extrudierten Folienschlauch herumgeführt. Bei Flachfolienanlagen traversiert der Sensor über die Breite der extrudierten Flachfolie.

Hierbei dient das Entwickeln statistischer Aussagen zur zeitlichen Entwicklung der Foliendicke durch eine Rechenvorrichtung der Vermeidung eines Übersteuerns oder Überschwingens der Regelung. Zu diesem Zweck werden von der Rechenvorrichtung Messwerte einer bestimmten Anzahl von Messzyklen berücksichtigt. Die statistischen Werte bestehen in der Regel aus einer Mittelwert- oder Meridianbildung. Es können jedoch auch andere statistische Größen ermittelt werden.

Darüber hinaus ist es möglich, der Recheneinheit, statt der Messwerte selbst, von den Messwerten abgeleitete Informationen zur Verfügung zu stellen. Diese von Messwerten abgeleiteten Informationen können statistische Werte sein, die unter Berücksichtigung der neuesten Messwerte aktualisierte statistische Werte ergeben. So kann beispielsweise eine Mittelwertbildung vorgenommen werden, indem der Mittelwert aus den letzten n-Messungen der Recheneinheit zugeführt wird. Die Recheneinheit muss dann nur noch den aktuellen Messwert bei der Bildung des aktualisierten Mittelwerts berücksichtigen.

Von Messwerten abgeleitete Informationen können jedoch auch in aufgezeichneten „alten“ Steuerbefehlen bestehen, welche vor dem Hintergrund aktueller Messwerte angepasst werden.

- 5 Die durch die Recheneinheit von den Messwerten abgeleiteten Informationen werden einer Steuereinheit zugeführt, welche Mittel zum Beeinflussen der Follendicke steuert. Die Follendicke kann auf verschiedene Weise beeinflusst werden. So kann beispielsweise die Breite des Düsenpaltes oder des Düsenringes abschnittsweise variiert werden, um so den Durchfluss der Schmelze an den gewünschten Stellen erhöhen oder verringern zu können.

- 10 Die Steuereinheit kann aber auch die Temperatur der Schmelze über Heiz- und/oder Kühlmittel beeinflussen. Mit der Temperatur kann gezielt die Viskosität der Schmelze gesteuert werden. Ist die Viskosität einer Schmelze an einem Ort höher als an anderen Orten, so kann die Schmelze an diesem Ort stärker „zerfließen“, was eine geringere Follendicke an diesem Ort zur Folge hat.

- 15 Die Dicke der Folie kann ebenso durch stellenweises Recken variiert werden. Hierbei wird die Eigenschaft der Folie ausgenutzt, dass sich die bereits verfestigte, aber noch nicht vollständig erkaltete Folie noch recken lässt. Die stärker gereckten Folienbereiche weisen anschließend eine geringere Dicke auf als die weniger stark gereckten Bereiche. Die zum Recken notwendige Kraft wird häufig durch Blasluft zur Verfügung gestellt. Die Steuereinheit steuert in diesem Fall bereichsweise den Volumenstrom der Blasluft.

- 20 Die dargestellten Messverfahren haben sich in der Praxis insbesondere im Dauerbetrieb bewährt. Da in jüngster Zeit jedoch ein Trend zu kleineren Auftragsgrößen und damit zu einer häufigeren Umstellung des Folienmaterials zu verzeichnen ist, wird dem Regelverhalten zu Beginn des Extrusionsprozesses immer größere Bedeutung beigemessen.

Mit Regelverfahren nach dem Stand der Technik wird jedoch während einer nennenswerten Zeitspanne zu Beginn des Extrusionsprozesses Folienmaterial mit inakzeptablen Dickentoleranzen und damit Ausschuss produziert.

- 5 Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, nach Beginn des Extrusionsprozesses schneller die Dickenabweichungen der Folie zu senken.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass

- 10 von der Rechenvorrichtung während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses von Messwerten abgeleitete Informationen aus oder zu einer größeren Anzahl von Messzyklen verarbeitet werden, als die Dickenmesssonde in einem gleichlangen Zeitraum während des Normalbetriebs aufzeichnet und dass
- 15 die Rechenvorrichtung diese Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte berücksichtigt.

Die vorliegende Erfindung macht sich zunutze, dass der Wert der statistischen Aussagen mit der Zahl der Messzyklen, welche den statistischen Aussagen nach ihnen zugrunde liegen, steigt.

20

Eine vorteilhafte Möglichkeit ist es, wenn die Dickenmesssonde während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses schneller entlang der extrudierten Folie bewegt wird als im Normalbetrieb. Durch diese Maßnahme ist es möglich, pro Zeiteinheit Messwerte aus einer größeren Zahl

25 von Messzyklen als im Normalbetrieb zu ermitteln und der Recheneinheit zugänglich zu machen.

30

Es können jedoch auch Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus Messzyklen verwendet werden, welche bei anderen Extrusionsprozessen aufgezeichnet wurden. Diese Messwerte oder die von den Messwerten abgeleiteten Informationen werden dabei der Recheneinheit von einer Speichereinheit zugänglich gemacht. Solche Messwerte oder von

8

den Messwerten abgeleiteten Informationen können beispielsweise bei vorangegangener Herstellung von Folie gleicher Dicke auf der gleichen Extrusionsvorrichtung aufgezeichnet und gespeichert werden. Die Messwerte werden also jeweils nach Beendigung der Folienherstellung nicht verworfen.

5

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Speichereinheit nur solche Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen der Recheneinheit zur Verfügung stellt, die aufgenommen wurden, als sich die Abweichungen der Foliendicke vom Sollwert innerhalb akzeptabler Toleranzen bewegten. Auf diese Weise kann die Steuereinheit die Mittel zur Beeinflussung der Foliendicke bereits zu Beginn des Extrusionsprozesses derart steuern, dass das Dickenprofil der Folie möglichst schnell die Ideallinie aufweist.

10

Des weiteren ist es vorteilhaft, den Messwerten oder den von Messwerten abgeleiteten Informationen aus unterschiedlichen Messzyklen verschiedene Gewichtungsfaktoren zuzuordnen. Diese Gewichtungsfaktoren definieren, wie stark die einzelnen Messwerte oder aus Messwerten abgeleiteten Informationen zu den statistischen Werten beitragen. Auf diese Weise können verschiedene Herstellungsparameter, die beispielsweise die Dicke der Folie beeinflussen, aber nicht direkt steuerbar sind, berücksichtigt werden.

15

20

Besonders vorteilhaft ist es dabei, die Gewichtungsfaktoren zu Beginn des Extrusionsprozesses zu verändern.

25

Auch eine zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren geeignete Vorrichtung ist Gegenstand dieser Anmeldung.

30

Eine bevorzugte Ausführungsform dieser Vorrichtung besitzt eine Speichervorrichtung, in welcher Messwerte oder aus Messwerten abgeleitete Informationen aus anderen Extrusionsprozessen abgelegt sind.

30

Vorteilhafterweise sind die Messwerte oder die aus Messwerten abgeleiteten Informationen aus anderen Extrusionsprozessen in der Speichervorrichtung den Prozessparametern, die herrschten, als sie aufgezeichnet wurden, zugeordnet.

5. Zu diesen Prozessparameter können unter anderem folgende Werte gehören:

- ↑ Zusammensetzung der Folienschichten
- ↑ Dicke der Folienschichten
- ↑ Abfolge der Folienschichten
- ↑ Umgebungstemperatur und Luftfeuchte

10. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung geht aus den Zeichnungen und der gegenständlichen Beschreibung hervor.

Die einzelnen Figuren zeigen:

Fig. 1      Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen von Folie nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Fig. 2      Draufsicht auf die Vorrichtung aus Fig. 1

15. Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine Vorrichtung zum Herstellen von extrudierter Folie. Als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Folien wird ein Granulat verwendet, das der Vorrichtung über den Fülltrichter 1 zugeführt wird. Von dort gelangt dieses in den Extruder 2, in dem das Granulat unter Anwendung von hohen Drücken zum Schmelzen gebracht wird. Diese Schmelze wird über die Leitung 3 der Breitschlitzdüse 4 zugeführt. Die Schmelze wird innerhalb der Breitschlitzdüse 4 im wesentlichen auf deren gesamte Breite verteilt. Durch den Düsenspalt 5 tritt die Schmelze aus und gelangt auf die Kühlwalze 6. Die Spaltbreite des Düsenspalts 5 kann auf nicht dargestellte Weise abschnittsweise verändert werden. Auf der Kühlwalze verfestigt sich die Schmelze und wird zur Folie 8. Diese Folie 8 umschlingt die Kühlwalze 6 zu einem großen Teil und wird dadurch stark abgekühlt. Über eine Umlenkwalze 7 wird die Folie 8 einer Wickelvorrichtung 9 zugeführt, wo sie zu einem Wickel 10 aufgewickelt wird.



AC

Die Dicke der Folie 8 wird nach dem Passieren der Umlenkwalze 7 mit einer Dickenmessvorrichtung 11 vermessen. Die Dickenmessvorrichtung 11 umfasst die Dickenmesssonde 12, welche aus einem mit Sender 12a und einem Empfänger 12b besteht. Die Messwerte werden über eine Datenleitung 13 der Rechen- und Speichereinheit 14 zugeführt. Die Messwerte oder die daraus abgeleiteten Informationen können dem Maschinenbediener über den Monitor 15 zugänglich gemacht werden. Der Monitor 15 kann auch zur Eingabe von Parametern dienen. Gegebenenfalls kann hierzu auch ein anderes, nicht dargestelltes Eingabegerät verwendet werden. Die Rechen- und Speichereinheit 14 stellt über die Datenleitung 16 der Steuereinheit 17 Informationen zur Steuerung des Mittels zur Beeinflussung der Foliendicke zur Verfügung. Die Steuereinheit 17 ermittelt aus diesen Informationen Steuerbefehle und übermittelt diese über die Steuerleitung 18 an das Mittel zur Beeinflussung der Foliendicke. In der hier vorgestellten Ausführungsform der Erfindung dienen die Steuerbefehle der Variation der Spaltbreite des Düsenpals 5.

Aus Fig. 2 ist der effektive Bahnverlauf 19 zu erkennen, den die Messköpfe 12 erzeugen, wenn sie sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in Richtung (x) quer zur Förderrichtung (z) der Folie 8 bewegen. Zur Ermittlung eines vollständigen Dickenprofils der Folie 8 bewegen sich die Messköpfe 12 bis zu den Rändern der Folie 8.

N

Bezugszeichenliste	
1	Fülltrichter
2	Extruder
3	Leitung
4	Breitschlitzdüse
5	Düsenspalt
6	Kühlwalze
7	Umlenkwalze
8	Folie
9	Wickelvorrichtung
10	Wickel
11	Dickenmessvorrichtung
12	Dickenmesssonde
13	Datenleitung
14	Rechen- und Speichereinheit
15	Monitor
16	Datenleitung
17	Steuereinheit
18	Steuerleitung
19	Effektiver Bahnverlauf
12a	Sender der Dickenmesssonde
12b	Empfänger der Dickenmesssonde
x	Bewegungsrichtung des Messkopfes 11
z	Förderrichtung

12

Windmüller & Hölscher KG  
Münsterstraße 50  
49525 Lengerich/Westfalen

6. Januar 2003

Unser Zeichen: 8407 DE

---

## Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie I

---

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie, welches folgende Verfahrensmerkmale umfasst:
- die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8) mit Hilfe einer Dickenmesssonde (12), welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang ihrer Oberfläche bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
  - die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit (14,15,17)
  - das Speichern der den Dickenprofilen zugrundeliegenden Messwerte in einer Speichervorrichtung (14),
  - das Bereitstellen statistischer Werte zu der Foliendicke (5) durch eine Rechenvorrichtung (14), wobei die Rechenvorrichtung (14) hierbei Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus einer bestimmten Anzahl von Messzyklen (MZ) berücksichtigt,
  - die Ermittlung der Abweichungen der statistischen Werte zu der

Foliendicke (5) von einem Sollwert,  
das Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen  
der Foliendicke (5).

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten  
Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses Messwerte oder  
von Messwerten abgeleitete Informationen aus oder zu einer  
größeren Anzahl von Messzyklen zugänglich gemacht werden,  
als die Dickenmesssonde (12) in einem gleichlangen Zeitraum  
während des Normalbetriebs aufzeichnet und dass  
die Rechenvorrichtung (14) diese Messwerte bei der  
Bereitstellung der statistischen Werte berücksichtigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1  
**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Dickenmesssonde (12) während eines vorbestimmten  
Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses schneller  
entlang der Oberfläche der extrudierten Folie (8) bewegt wird  
als im Normalbetrieb  
und dabei pro Zeiteinheit Messwerte aus einer größeren Anzahl  
von Messzyklen als im Normalbetrieb ermittelt  
und der Recheneinheit (14) zugänglich macht.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche  
**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Speichereinheit (14) Messwerte oder von Messwerten  
abgeleitete Informationen der Recheneinheit (14) zugänglich  
macht  
wobei diese Messwerte oder von Messwerten abgeleiteten  
Informationen aus Messzyklen stammen, welche bei einem  
anderen Extrusionsprozess aufgezeichnet wurden.

4. Verfahren nach Anspruch 3

14

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Speichereinheit (14) der Recheneinheit (14) Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen zugänglich macht, die aufgenommen wurden, als sich die Abweichungen der Foliendicke (5) vom Sollwert innerhalb akzeptabler Toleranzen bewegten.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

den Messwerte oder den von Messwerten abgeleiteten Informationen aus unterschiedlichen Messzyklen verschiedene Gewichtungsfaktoren zugeordnet werden, mit welchen der Beitrag der Messwerte oder der von den Messwerten abgeleiteten Informationen zu den statistischen Werten definiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5

**dadurch gekennzeichnet, dass**

diese Gewichtungsfaktoren zu Beginn des Extrusionsprozesses verändert werden.

7. Vorrichtung zur Regelung der Dicke extrudierter Folie (8), welche folgende Merkmale aufweist:

- eine Dickenmesssonde (12) zur Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8), welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang der Oberfläche der Folie (8) bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
- die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit (14,15,17),
- eine Speichervorrichtung (14) zur Aufzeichnung von Messwerten und von Messwerten abgeleiteten Informationen,
- eine Rechenvorrichtung (14) zum Bereitstellen statistischer

Werte zu der Foliendicke (5) unter Berücksichtigung der Messwerte oder der von Messwerten abgeleiteten Informationen aus einer bestimmten Anzahl von Messzyklen (MZ),

wobei auch die Abweichungen der statistischen Werte zu der Foliendicke (5) von einem Sollwert mit der Recheneinheit (14) ermittelbar sind,

eine Vorrichtung (17) zum Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke (5)

**dadurch gekennzeichnet,**

- dass mit der Speichervorrichtung (14) und/oder der Dickenmesssonde (12) der Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus oder zu einer größeren Anzahl von Messzyklen übertragbar sind als die Dickenmesssonde (12) in einem gleichlangen Zeitraum während des Normalbetriebs aufzeichnet und

- dass diese Messwerte von der Rechenvorrichtung (14) bei der Bereitstellung der statistischen Werte berücksichtigt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7

**gekennzeichnet durch**

eine Speichervorrichtung (14), in welcher Messwerte oder aus Messwerten abgeleitete Informationen aus anderen Extrusionsprozessen abgelegt sind.

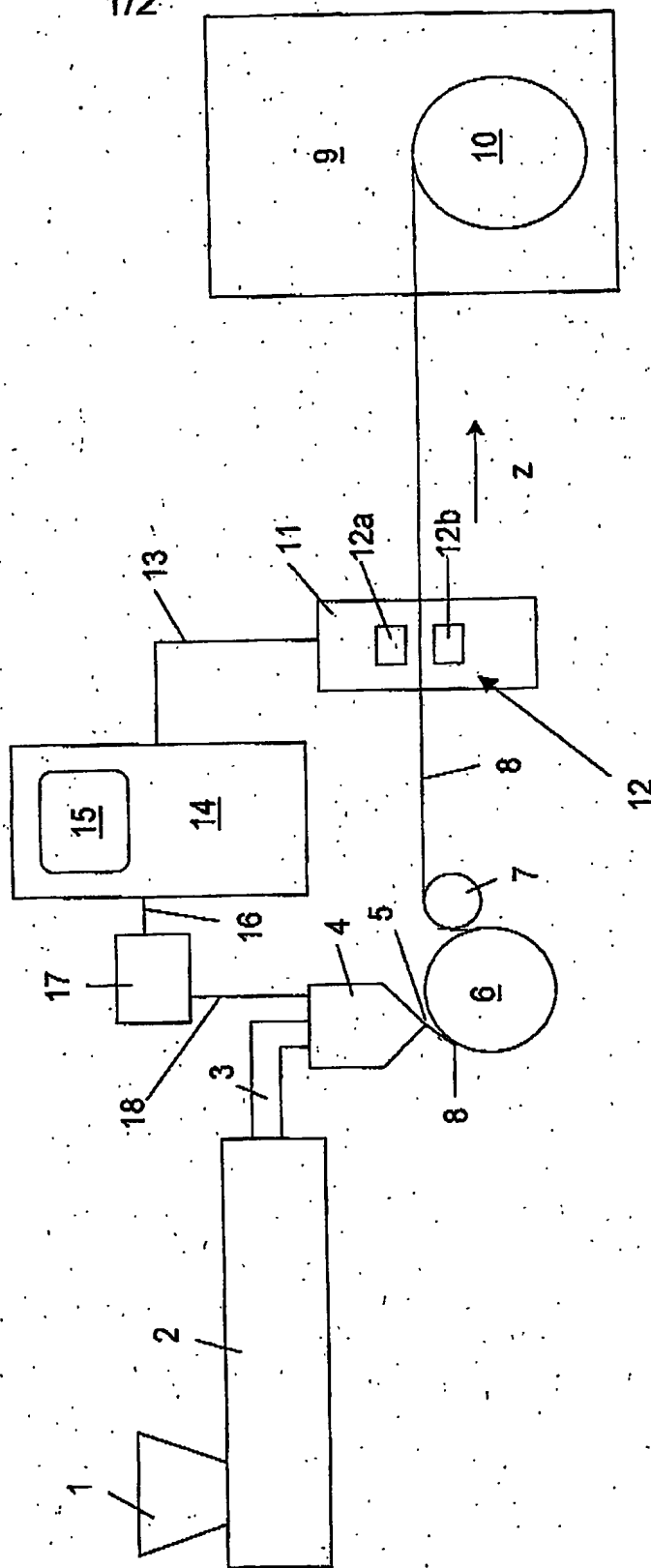
9. Vorrichtung nach Anspruch 7

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Messwerte oder die aus Messwerten abgeleiteten Informationen aus anderen Extrusionsprozessen in der Speichervorrichtung (14) den Prozessparametern, die herrschten als sie aufgezeichnet wurden, zugeordnet sind.

8407

1/2.



**Fig. 1**

17

8407

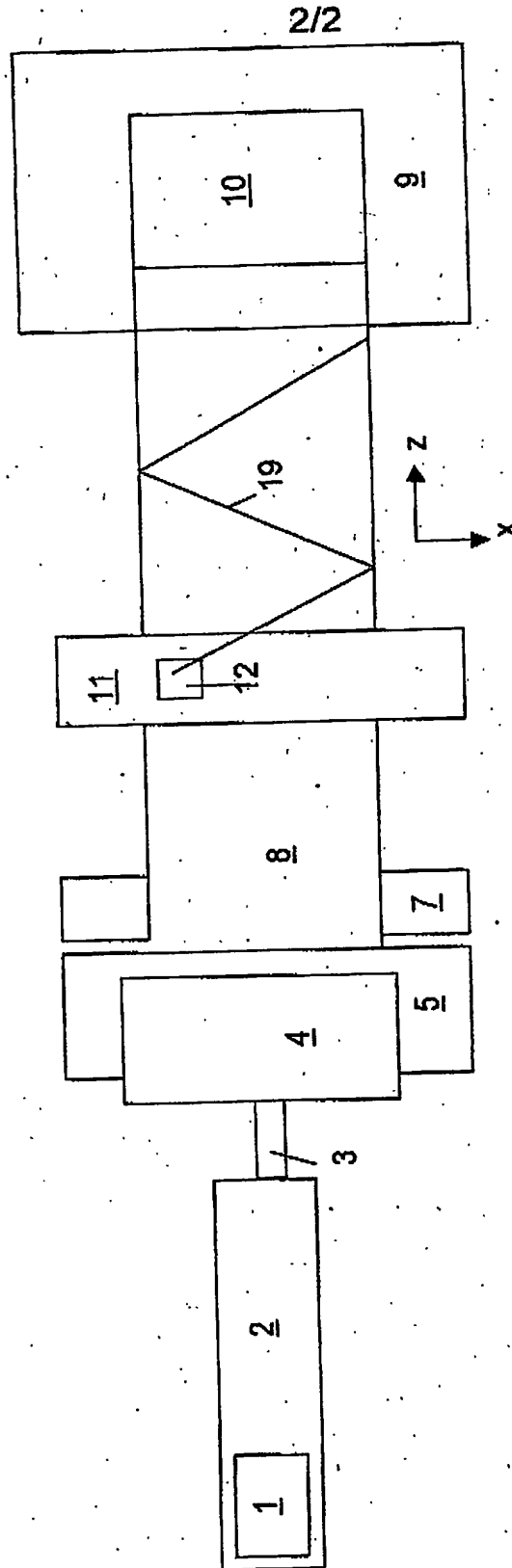


Fig. 2

GESAMT SEITEN 17



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**